

⑨ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑪ DE 37 43 315 A1

⑤ Int. Cl. 4:

37
G 01 D 1/04

G 01 N 27/00

⑦1 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:

Moser, Winfried, Dipl.-Ing.; Klinke, Christian,
Dipl.-Ing., 7140 Ludwigsburg, DE

DE 37 43 315 A1

⑥ Auswerteinrichtung für das Meßsignal einer Lambdasonde

Die Erfindung betrifft eine Auswerteinrichtung (10) zum Gewinnen eines um Störungen bereinigten Ausgangssignals aus dem Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschine anzuordnenden Lambdasonde. Die Auswerteinrichtung verfügt über eine Integriereinrichtung (11) und einen Zeitgeber (12), der den Startzeitpunkt und den Stopzeitpunkt für die Integration durch die Integriereinrichtung festlegt. Der Stopzeitpunkt ist um den Startzeitpunkt gerade um die Periodendauer einer Druckpulsation des Abgases verschoben. Diese Periodendauer wird vom Zeitgeber aus ihm zugeführten Betriebsgrößen berechnet, insbesondere aus der Drehzahl n. Der Startzeitpunkt wird so bestimmt, daß er mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, zu dem das Abgas von einem bestimmten Zylinder die Lambdasonde erreicht. Dieses Bestimmen erfolgt durch Festlegen eines Kurbelwinkels abhängig von Betriebsgrößen, insbesondere wiederum der Drehzahl n.

Die derart ausgebildete Auswerteinrichtung schaltet den Einfluß von Druckschwankungen auf das Meßsignal einer Lambdasonde zumindest weitgehend aus.

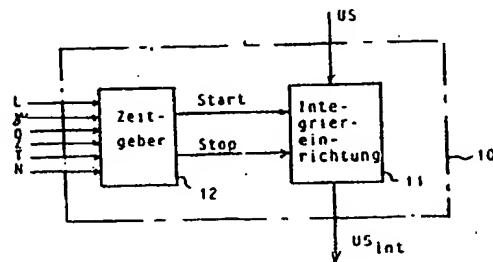


Fig. 3

DE 37 43 315 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Auswerteinrichtung zum Gewinnen eines um Störungen bereinigten Ausgangssignals aus dem Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschine anzuordnenden Lambdasonde.

Stand der Technik

Das Meßsignal einer Lambdasonde hängt von einer Mehrzahl von Größen ab, insbesondere von der festzustellenden Sauerstoffkonzentration im Abgas, aber auch von ihrer Temperatur und dem Abgasgegendruck. Im folgenden geht es um das Eliminieren der Druckeinflüsse.

Der Einfluß von Druckschwankungen auf das Meßsignal ist für eine Sonde vom Pumpstrom-Typ aus Fig. 1 und für eine Sonde vom Nernst-Typ aus Fig. 2, jeweils für einen Motor mit vier Zylindern erkennbar. In beiden Fällen wurde durch entsprechendes Zumessen der Kraftstoffmenge zu den Zylindern zugeführten Luftmenge ein Lambdawert von 1,25 eingestellt. Wäre keine Druckabhängigkeit vorhanden gewesen, hätten die im Abgasstrom befindlichen Lambdasonden konstant eine Spannung entsprechend einem Lambdawert von 1,25 abgeben müssen.

Deutlich erkennbar ist dies nicht der Fall. Vielmehr zeigt Fig. 1 starke Schwankungen mit Maximalabweichungen bis etwa plus 24 Prozent und minus 13 Prozent. Die maximalen Abweichungen an der Sonde vom Nernst-Typ (Fig. 2) betragen etwa plusminus drei Prozent.

Herkömmliche Auswerteinrichtungen für die Meßsignale von Lambdasonden weisen einen Tiefpaß zum Ausfiltern schneller Störsignale und einen A/D-Wandler auf, der nach jedem Programmzyklus abgetastet wird. Die Integrationszeit des Tiefpasses darf nicht zu lange gewählt werden, damit das Ausgangssignal am A/D-Wandler nicht zu träge auf Änderungen des tatsächlichen Lambdawertes reagiert. Dadurch werden die druckbedingten Störungen nicht ausgefiltert, so daß das zum Abtastzeitpunkt bestimmte Ausgangssignal nach oben oder unten vom tatsächlichen Lambdawert abweichen kann. Die Regeleinrichtung, der das Ausgangssignal zugeführt wird, erhält demgemäß eine fehlerbehaftete Istwert-Information, was ein optimales Regelergebnis verhindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Auswerteinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die die Druckabhängigkeit des Meßsignals einer Lambdasonde korrigiert.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Auswerteinrichtung ist durch die Merkmale von Anspruch 1 gegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Auswerteinrichtung zeichnet sich durch eine Integriereinrichtung aus, die nicht kontinuierlich mit sehr kurzer Zeitkonstante integriert wie das bisher verwendete Tiefpassfilter, sondern die möglichst genau nur über ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer einer Druckschwankung, insbesondere genau über eine Periode, integriert. Die Periodendauer wird durch einen Zeitgeber aus ihm zugeführten Betriebskenngrößen, insbesondere in Abhängigkeit der Motordrehzahl, berechnet. Der Zeitgeber legt auch den Startzeitpunkt für die Integration fest.

Soll auf Grundlage des Ausgangssignales der Auswerteinrichtung die Einspritzzeit für alle Einspritzventile einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine gemeinsam gleich bestimmt werden, ist der Startzeitpunkt für die Integration frei wählbar. Liegt darüber hinaus der Fall so, daß jeder Zylinder im wesentlichen dieselben Druckschwankungen an der Lambdasonde hervorruft, reicht es aus, gerade über die Periodendauer einer Druckpulsation zu integrieren. Sind die Druckschwankungen dagegen von Zylinder zu Zylinder unterschiedlich, ist es vorteilhafter, über eine Dauer zu integrieren, in der Druckschwankungen von allen Zylindern erfaßt werden, also z.B. über vier Periodendauern bei einer Vierakt-Vierzylinder-Brennkraftmaschine.

Soll unterschiedliches Verhalten unterschiedlicher Zylinder erfaßt werden, ist es erforderlich, jeweils so genau wie möglich über eine Periodendauer zu integrieren und mit der Integration jeweils möglichst genau dann zu beginnen, wenn das Abgas von einem bestimmten Zylinder die Luftzahlsonde erreicht. Dies aus dem folgenden Grund.

Öffnet das Auslaßventil an einem bestimmten Zylinder, kommt es zu einer Druckwelle, die sich mit Schallgeschwindigkeit durch das Abgas fortpflanzt. Die Amplitude der Druckwelle, wie sie auch an der Lambdasonde durchläuft, hat gesehen über eine Periodendauer einen Verlauf entsprechend dem Verlauf der durch die Sonde angezeigten Werte der Luftzahl Lambda entsprechend den Fig. 1 oder 2. Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß während der Messungen die Luftzahl konstant auf 1,25 gehalten wurde, und die angezeigten Luftzahlschwankungen durch Druckschwankungen verursacht sind. Das Abgas als solches bewegt sich erheblich langsamer von den Auslässen der Zylinder zur Lambdasonde als sich die von den Zylindern ausgehenden Druckwellen fortpflanzen. So ist es möglich, daß während derjenigen Periodendauer, während der die vom Zylinder 1 ausgehende Druckwelle an der Lambdasonde durchläuft, an der Sonde das vom Zylinder 3 einige Zeit zuvor ausgestoßene Abgas vorbeiströmt. Ändert sich nun die Drehzahl, hat dies keinen Einfluß auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Druckwelle, jedoch Einfluß auf die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases. So ist es möglich, daß bei einer anderen Drehzahl als beim zuvor genannten Fall Abgas vom Zylinder 4 in demjenigen Zeitraum an der Sonde vorbeiströmt, in dem die vom Zylinder 1 ausgehende Druckwelle am Ort der Sonde durchläuft. Bei wieder einer anderen Drehzahl kann in einem ersten Teil der Periodendauer der Druckwelle noch Abgas vom Zylinder 3 durchströmen, während im restlichen Teil Abgas vom Zylinder 4 durchströmt. Da jeweils die Luftzahl für einen bestimmten Zylinder gemessen werden soll, muß die Integrationszeit unabhängig vom Beginn einer Druckpulsation auf denjenigen Zeitpunkt gelegt werden, zu dem gerade das Abgas von dem bestimmten Zylinder die Lambdasonde erreicht. Um den Einfluß der durchlaufenden Druckwelle auf die Messung der Luftzahl zu eliminieren, erfolgt die Integration genau über eine Periodendauer, unabhängig von der Phasenlage der Druckwelle.

Die gesamte Auswerteinrichtung kann durch einen Mikrorechner gebildet sein, wie dies derzeit für elektronische Bauelemente in Kraftfahrzeugen weitgehend üblich ist. Um jedoch den Mikrorechner von der Spezialaufgabe des Integrierens zu entlasten, ist es von Vorteil, als Integriereinrichtung ein gesondertes Bauteil zu verwenden, wie es für diesen Zweck im Handel üblich ist. Die Integriereinrichtung erhält dann vom Mikrorechner

lediglich ein Startsignal und ein Stoppsignal für die Integration oder ein Startsignal und eine Information be treffend die Integrationszeit.

Zeichnung

Ein Blockdiagramm einer Auswerteinrichtung mit Integrationseinrichtung und Zeitgeber ist in Fig. 3 dargestellt. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden aus gehend von Fig. 3 in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Fig. 1 und 2 betreffend Darstellungen druckabhängiger Lambda Werte wurden bereits ein gangs erläutert.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die Auswerteinrichtung 10 gemäß dem Blockdiagramm von Fig. 3 weist eine Integriereinrichtung 11 und einen Zeitgeber 12 auf. Dem Zeitgeber 12 werden gemäß Ausführungsbeispiel sechs Größen zugeführt, nämlich Werte für die Last L , den Kurbelwinkel γ , die Drehzahl n , die Zahl Z der Zylinder, die Zahl T der Takte und die Zahl N der Periodendauern, über die integriert werden soll.

Der Zeitgeber 12 berechnet die Integrationszeit nach folgender Gleichung:

$$N \times T / (2 \times n \times Z).$$

Der Startzeitpunkt hängt maßgeblich von der seit dem Zeitpunkt des Auslaßöffners des betreffenden Zylinders verstrichenen Kurbelwinkeldifferenz $\Delta \gamma$ ab. Im Zeitgeber 12 ist ein Kennfeld gespeichert, in dem adressierbar über die Last L und die Drehzahl n Startkurbelwinkel abgelegt sind. Für die jeweils gerade vorliegenden Werte von Last L und Drehzahl n wird der zugehörige Startkurbelwinkel ausgelesen. Sobald der zugeführte tatsächliche Kurbelwinkel γ mit dem ausgelesenen Startkurbelwinkel übereinstimmt, gibt der Zeitgeber 12 ein Startsignal an die Integriereinrichtung 11 ab. Außerdem wird eine Zeitschaltung in Gang gesetzt, die ein Stoppsignal an die Integriereinrichtung 11 abgibt, sobald die errechnete Integrationszeit verstrichen ist.

Die Integriereinrichtung 11 ist so aufgebaut, daß sie während der gesamten Integrationszeit, die bei langsamer Drehzahl und Integration über mehrere Periodendauern von Druckpulsationen bis zu etwa einer Sekunde betragen kann, linear integriert. Dies erfolgt entweder durch häufiges Abtasten durch eine digitale Integriereinrichtung mit vorgeschaltetem A/D-Wandler oder durch ein RC-Glied mit kürzerer Zeitkonstante, das jedoch so häufig abgetastet und bei jedem Abtasten auf Null zurückgesetzt wird, daß es jeweils in seinem linearen Bereich integriert. Die bei jedem Abtasten ausgelesenen Werte werden aufsummiert.

Gibt eine (nicht dargestellte) Lambdasonde bei einer Luftzahl Lambda von 1,2 als Meßsignal eine Spannung US von 60 mV konstant oder im Mittel ab, integriert die Integriereinrichtung 11 gemäß einem analogen Ausführungsbeispiel bis auf 40 mV oder gemäß einem digitalen Ausführungsbeispiel auf den Zählerwert 120. Anderen Integrationswerten US entsprechen Meßsignale, die um denselben Faktor höher oder kleiner sind als die genannten 60 mV des eingehenden Meßsignals. Die Integrationswerte, die integrierten Spannungen entsprechen, werden in einer (nicht dargestellten) Regel einrichtung in zugehörige Lambda Werte umgesetzt. Dies erfolgt z.B. mit Hilfe eines in einem Speicher abge-

legten Feldes einander zu einer Integrations- und Lambda Werte.

Das Summations- bzw. Integrationssignal ist eigentlich noch zeitlich zu normieren, um bei unterschiedlichen Drehzahlen nicht unterschiedliche Integrationswerte ausgehend von gleichen Meßspannungen US zu erhalten. Auf diese zeitliche Normierung kann jedoch in der Regel verzichtet werden, da die Integrationswerte normalerweise in einem Regelsystem verwendet werden, das einen über Werte von Adressier-Betriebsgrößen, insbesondere die Drehzahl, adressierbaren Speicher für Lambda-Sollwerte aufweist. Zweckmäßigerweise werden die Sollwerte in diesem Speicher so abgelegt, daß sie für unterschiedliche Drehzahlen das Vorliegen unterschiedlicher Integrationszeiten berücksichtigen. Dann wirkt sich die fehlende zeitliche Normierung bei verschwindender Regelabweichung gar nicht und bei den in der Praxis auftretenden geringen Regelabweichungen kaum aus. Sollen auch diese kleinen Fehler vermieden werden, ist die zeitliche Normierung vorzunehmen, was durch Division durch die Periodendauer oder durch Multiplikation mit der Drehzahl in einer zur Integriereinrichtung gehörenden Normierungseinrichtung erfolgen kann.

Bei einem Versuchsaufbau wurde der Multiplikationsfaktor N zu "1" festgelegt, so daß die Integrationszeit der Periodendauer einer Druckpulsation entsprach. Dies hatte den Vorteil, daß sowohl Versuche betreffend das gemeinsame Regeln für alle Einspritzventile einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine durchgeführt werden konnten, wie auch Versuche für das getrennte Regeln der Einspritzzeit jedes einzelnen Ventiles. Im letzteren Fall wurde der Integrationswert für jeweils einen Zylinder auf das Stoppsignal hin über einen Multiplexer jeweils in einen Ergebnisspeicher übertragen, der dem Zylinder, für den die Messung stattfand, zugeordnet war. Der Betrieb der Regeleinrichtung wurde so gewählt, daß diese dann, wenn sie für die Regelung der Einspritzzeit des Einspritzventiles an einem bestimmten Zylinder einen Istwert benötigte gerade auf denjenigen Ergebnisspeicher zugriff, in dem der Integrationswert für den zugehörigen Zylinder gespeichert war.

Das Auswerten eines jeweiligen Integrationswertes kann auf vielfältige Art und Weise erfolgen. Oben wurde dargelegt, daß die (analogen oder digitalen) Integrationswerte einem Kennfeld zugeführt werden, aus dem zugehörige Lambda Werte ausgelesen werden. Um statt solcher Kennfelder herkömmliche Kennfelder verwenden zu können, die einen direkten Zusammenhang zwischen einem Sonden-Meßsignal und einem Lambda Wert geben, ist es dagegen von Vorteil, jeden Integrationswert zunächst auf ein Meßsignal zu normieren. Bezug auf das obige Ausführungsbeispiel bedeutet dies das Folgende. Dort ist angegeben, daß einem mittleren Meßsignal von 60 mV ein Integrationswert von 40 mV entspricht. Daraus läßt sich ein Multiplikationsfaktor von 1,5 errechnen, mit dem jeder Integrationswert multipliziert werden muß, um zum tatsächlichen mittleren Wert des Meßsignals zu kommen. Ist diese Multiplikation ausgeführt, kann für das Umrechnen in Lambda Werte ein herkömmliches Kennfeld Verwendung finden.

Bei vorstehendem Ausführungsbeispiel wurde der Startzeitpunkt für die Integration abhängig von der Drehzahl n und der Last L aus einem Kennfeld ausgelesen. Als Adressiergrößen für das Kennfeld können jedoch auch andere Betriebsgrößen Verwendung finden, z.B. gemessene Strömungsverhältnisse oder Druckverhältnisse. Auch kann es empfehlenswert sein, die Abga-

stemperatur mit in die berücksichtigten Größen einzuberechnen, da die Schallgeschwindigkeit, mit der sich die Druckwelle im Abgas fortpflanzt, von der Temperatur des Abgases abhängt. Anstatt die Startzeitpunkte aus einem Kennfeld auszulesen, ist es auch möglich, den 5 Startzeitpunkt über berechnete Gaslaufzeiten zu bestimmen. Die Berechnung erfolgt wiederum ausgehend von überwachten Betriebsgrößen. Ob in einem jeweiligen Fall die Startzeitpunkte aus einem Kennfeld ausgelernt werden oder ob sie berechnet werden, hängt unter 10 anderem von der erforderlichen minimalen Zykluszeit für ein Rechenprogramm eines gesamten Regelsystems ab. Steht für das Bestimmen des Startzeitpunktes nur wenig Rechenzeit zur Verfügung, ist es vorteilhafter, mit einem Kennfeld zu arbeiten. Dies erfordert jedoch 15 einen größeren Speicher als die Ausführungsform, bei der berechnet wird.

Die bisherigen Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine Brennkraftmaschine mit einer einzigen Lambdasonde mit Auswerteinrichtung. An einer Brennkraftmaschine können jedoch auch mehrere Lambdasonden mit jeweils einer zugehörigen Auswerteinrichtung vorhanden sein. Wird im Einzelabgasrohr eines jeden Zylinders eine Lambdasonde angeordnet, kann die Integration über ganzzahlige Vielfache der Periodendauer bei beliebig gewähltem Startzeitpunkt erfolgen. Wird dagegen bei einer Maschine mit mehreren Hosenrohren für jeweils eine Gruppe von Einzelabgasrohren an jedem Hosenrohr jeweils eine Lambdasonde angeordnet, gilt für die jeweilige Sonde das im Hinblick 30 auf eine einzige, im Sammelrohr einer Brennkraftmaschine angeordnete Sonde oben Beschriebene. Hier ist es wieder zum zylinderspezifischen Zuordnen von Signalen erforderlich, den jeweiligen Startzeitpunkt bezogen auf Kurbelwinkeldifferenzen festzulegen, wie oben 35 angegeben.

Patentansprüche

1. Auswarteinrichtung zum Gewinnen eines um 40 Störungen bereinigten Ausgangssignales aus dem Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschine anzuordnenden Lambdasonde, gekennzeichnet durch

- eine Integriereinrichtung (11), der das Sonnen-Meßsignal zugeführt wird, die dieses über eine Integrationszeit ab einem Startzeitpunkt integriert, und die das integrierte Signal als Ausgangssignal ausgibt, und 45
- einen Zeitgeber (12), der den Startzeitpunkt 50 für die Integration festlegt und aus ihm zugeführten Betriebskenngrößen die Periodendauer von Druckpulsationen des Abgases berechnet und aus dieser berechneten Periodendauer durch Multiplikation mit einem vorgebbaren 55 ganzzahligen Faktor die Integrationszeit bestimmt.

2. Auswarteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für ein Anwenden auf einzelne Zylinder einer Brennkraftmaschine der Faktor "1" 60 ist und der Zeitgeber (12) abhängig von den ihm zugeführten Betriebsgrößen jeden Startzeitpunkt so bestimmt, daß er jeweils gerade demjenigen Zeitpunkt entspricht, zu dem im Anwendungsfall das Abgas von einem bestimmten Zylinder die 65 Lambdasonde erreicht.

3. Auswarteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitgeber (12) einen Start-

zeitpunktspeicher 70 hält, der zu vorgegebenen Werten von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine, insbesondere der Drehzahl, gehörige Startzeitpunkte speichert, die über die vorgegebenen Werte adressierbar sind.

4. Auswarteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitgeber jeden Startzeitpunkt aus den jeweils aktuellen Werten der ihm zugeführten Betriebsgrößen berechnet.

5. Auswarteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch mehrere Ergebnisspeicher von denen jeder einem Zylinder der Brennkraftmaschine zugeordnet ist, an der die Auswerteeinrichtung (10) anzuordnen ist und wobei jeder Ergebnisspeicher mit der Integriereinrichtung so verbunden ist, daß er von dieser dasjenige Ausgangssignal erhält, das aus zum zugehörigen Zylinder gewonnenen Meßsignalen gewonnen ist.

6. Auswarteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für eine Anwendung ohne Unterscheidung einzelner Zylinder der Brennkraftmaschine der Startzeitpunkt beliebig vom Zeitgeber (12) bestimmt wird.

7. Auswarteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Startzeitpunkte durch Kurbelwinkel gegeben sind.

8. Auswarteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Zeitgeber (12) durch einen Mikrorechner gebildet ist.

9. Auswarteinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Integriereinrichtung (11) ein integriertes Bauelement mit einer rücksetzbaren, abtastbaren RC-Integrationsschaltung ist.

10. Auswarteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine zur Integriereinrichtung (21) gehörenden Normierungseinrichtung, die das integrierte Signal zeitlich auf die Periodendauer normiert, z.B. durch Division durch die Periodendauer oder durch Multiplikation mit der Drehzahl einer Brennkraftmaschine.

Auswerteinrichtung für das Meßsignal einer Lambdar
3743315

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmelde
Offenlegungstag:

37 43 315
G 01 D 1/04
21. Dezember 1987
29. Juni 1989

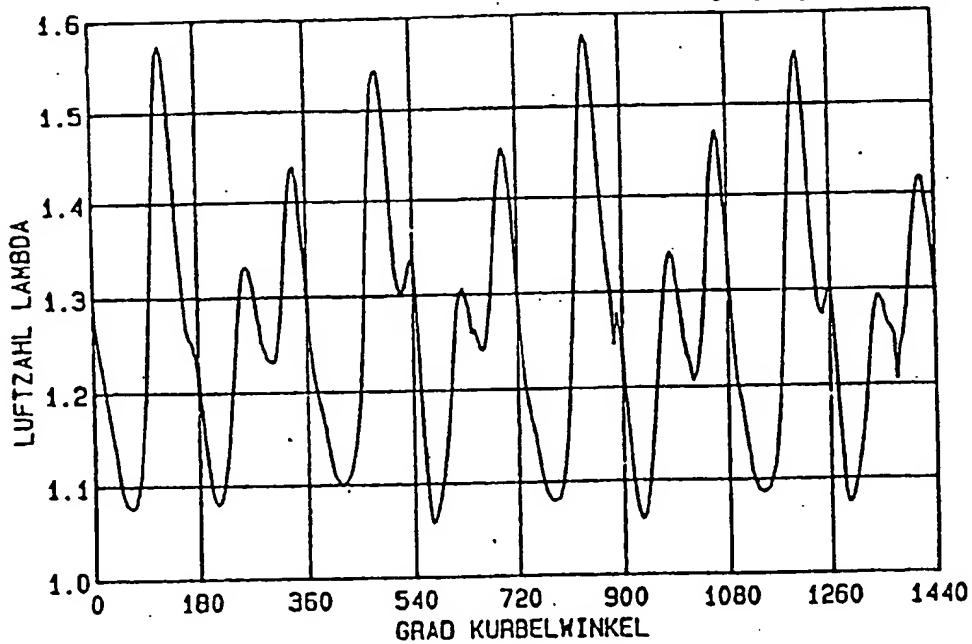


Fig. 1

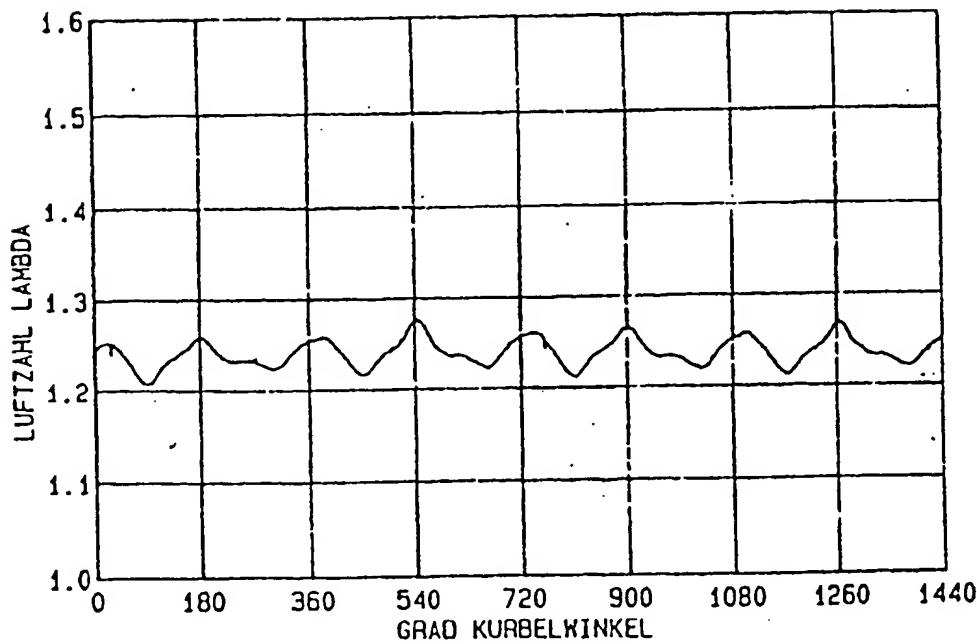


Fig. 2

43315

13*

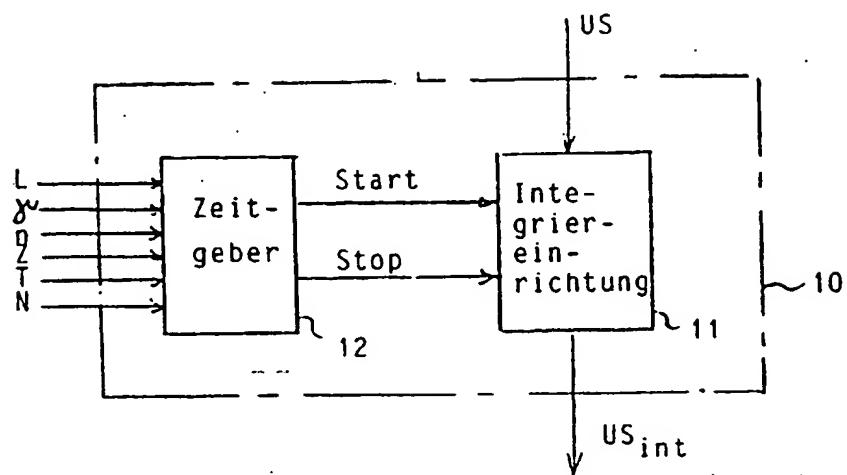


Fig. 3